Ueber den

Verschluss von Knochenlücken, besonders am Schädel.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doctorwürde
in der gesammten Medicin
verfasst und einer
Hohen medicinischen Facultät
der
kgl. bayer. Ludwigs-Maximilians-Universität zu München
vorgelegt von

Arnold Böschen,
cand. med. aus Beverstedt (Hann.).

München.
Buchdruckerei von M. Ernst.
1896.

Ueber den Verschluss von Knochenlücken, besonders am Schädel.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der gesammten Medicin

verfasst und einer

Hohen medicinischen Facultät

der

kgl. bayer. Ludwigs-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Arnold Böschen,

cand. med. aus Beverstedt (Hann.).

* * *

München.
Buchdruckerei von M. Ernst.
1896.

Referent: Herr Prof. Dr. Angerer.

Seinen teuren Eltern

in Dankbarkeit

gewidmet

vom Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41534911_0070

Seit langer Zeit ist es das Bestreben der Chirurgen gewesen, Defekte des menschlichen Organismus, traten dieselben nun an der Haut, am Nerven, an den Sehnen oder am Knochen hervor, zu ersetzen und die vorhandene Lücke anderweitig auszufüllen. Das Bestreben, Substanzverluste, die in irgend einer Weise den menschlichen Körper betroffen haben, teils aus kosmetischen, teils aus praktischen Gründen zu decken, erstreckt sich aus der Zeit der alten Inder her bis auf den heutigen Tag und harrt noch immer seiner Vervollkommnung. Der erstere Grund, körperliche Entstellungen auszubessern oder gar ganz zu beseitigen, mag die Veranlassung gewesen sein, dort, wo dieselben am meisten ins Auge stechen, wo aber auch das Operationsfeld am zugänglichsten ist, zuerst anzugreifen, nämlich an der Haut und zwar der des Gesichtes. So hat man denn hier die ersten Versuche damit angestellt, dass man die Haut oder Muskelteile von bekleideten Gegenden auf die Nase transplantierte. Durch die ersten glücklichen Versuche ermutigt, gelangte man immer weiter, sodass man sogar Hautteile, die Leichen entnommen waren, auf granulierende Wundflächen legte, um die Heilung zu erleichtern und zu beschleunigen. Der Erfolg aller dieser Versuche lehrte denn auch, dass man den richtigen Weg eingeschlagen hatte. In derselben oder ähnlichen Weise versuchte man sich teils mit gutem, teils ungünstigem Erfolge an fast allen übrigen Geweben des menschlichen Organismus, bis schliesslich auch das Knochengerüst, derjenige Bestandteil des menschlichen Körpers, der dem Ganzen seinen Halt giebt und dessen Deformität oder auch nur dessen Schadhaftigkeit an einzelnen Teilen, den davon Betroffenen, sowohl an seiner Gesundheit als an seinem Berufe auf's Aeusserste schädigen kann.

Da es am nächsten lag, lebenden Knochen in eine Knochenlücke hineinzufügen, um dadurch Ersatz zu schaffen, setzte man natürlich auf dies Experiment die grösste Hoffnung. Ausserdem bediente man sich zu gleichem Zwecke decalcinierten Knochens, elfenbeinerner Platten und Fremdkörper jeglicher Art. Bei Versuchstieren nämlich hatte man oft genug die Erfahrung gemacht, dass fast alle Arten von Implantationsmaterials den Defekt dauernd ausfüllte, ja sogar, was vor allem beim Knochen und Elfenbein der Fall war, mit ihrer Umgebung knöchern verwachsen erschienen. Jedenfalls liess darüber der makroskopische Befund gar keinen Zweifel, dass jene Stoffe als vollkommen lebendes Gewebe mit ihrer Umgebung in Zusammenhang stehe. Ebenso vermutete man natürlich, dass ein Stück lebenden Knochens in lebenden eingepflanzt, seine Vitalität beibehalte. Die Einigkeit jedoch, die anfänglich in dieser Auffassung herrschte, ist allmählich mit der enormen Erweiterung der Beweismittel dahingeschwunden. Einerseits verdanken wir der Vervollkommnung der Mikroskope ein näheres Eindringen in die Geheimnisse der Gewebe und deren Entwicklung, andererseits hat man in neuerer Zeit gelernt, jedes einzelne Gewebe, das sich uns bei einem auch noch so vielseitig zusammengesetzten Gewebe im

Gesichtsfelde beim Durchschauen durch das Mikroskop bietet, für sich zu färben, und uns so das ganze Bild übersichtlich zu machen. Diese Umstände sind es denn auch gewesen, die einige Klärung in die Erkenntnis über die Schicksale replantierten, transplantierten und implantierten (decalcinierten) Knochens zu bringen ermöglichten.

Wie schon oben angedeutet, ist man sich im Grossen und Ganzen wohl darüber einig, dass Knochen, sei er nun lebend oder decalciniert, makroskopisch, — vorausgesetzt, dass das implantierte Stück innig genug die Ränder des Knochens berührt, — knöchern verwachsen ist, hat man sich über das wie? aber in zwei Lager geteilt, deren Vertreter, was die unseres Wissens zuletzt erschienenen eingehenderen Abhandlungen betrifft, Schmitt in München und Barth in Marburg repräsentieren.

Bevor ich auf meine eigenen darüber angestellten Versuche näher eingehe, will ich die Resultate bisheriger Forschungen kurz näher in's Auge fassen. Abgesehen von den Abhandlungen von Ollier vom Jahre 1860 (Recherches expérimentales sur les greffes osseuses. Journ. de physiol. T. III) und 1862 (Transplantations périostiques et osseuses sur l'homme, Brown-Séquard's Journ.) und von Billroth (Ueber Knochenresorption. v. Langenbeck's Arch. Bd. II) aus dem Jahre 1861 über die Schicksale der von ihrer Umgebung losgelösten oder in Knochendefekte implantierter Knochenstücke sind Veröffentlichungen über ähnliche Versuche wohl nur seit Anfang der siebziger Jahre gemacht worden. Ueber Schädeldefekte jedenfalls und deren Ersatz, worüber im Folgenden näher gehandelt werden soll, ist unseres Wissens früher nichts Nennenswertes publiziert worden.

Billroth ist der Ueberzeugung, dass ein zur Ausfüllung eines Knochendefektes benützter Knochen, der von einem anderen Individium stammt, oder auch ein abgesprengtes Knochenstück von dem umliegenden Gewebe resorbiert werde und sich dann allmählich an der Stelle neuer Knochen bilde.

In der Wiener med. Wochenschrift 1868 sind in No. 95 und 96 osteologische Versuche von Prof. Dr. Th. Billroth, Dr. Janny und Dr. Menzel mitgeteilt, worin Dr. Menzel als Referent sagt:

„Philipp v. Walther hat einem Hunde mit einer kleinen Trepankrone ein Stück des Scheitelbeines vollständig ausgelöst, wiederum in die Wunde eingesetzt und die Haut darüber vereinigt.

Die Einheilung ist erfolgt. Man sieht an dem Präparate ganz deutlich den ausgeheilten Schnitt der Trepankrone, sowie die Ausfüllung des Defektes durch Knochenmassen. Wenngleich hiernach die Möglichkeit einer erfolgten Replantation und Transplantation vollständig ausgelöster Knochenstücke schwer angreifbar ist, so lässt doch dieser Vorgang auch eine andere Erklärung zu. Es könnte nämlich sein, dass nach geschlossener Wunde das replantierte Knochenstück resorbiert wird, dass schliesslich das verdickte Periost verknöchert und auf diese Weise den Knochenersatz bildete.“

Es ist hier also von Resorption des replantierten Stückes die Rede; jedenfalls wird zum mindesten die Erhaltung der Vitalität bei den letzteren angezweifelt. Es wird vielmehr angenommen, dass das Periost seine knochenbildende Eigenschaft auf den abgestorbenen Knochen ausdehnt.

Jakimowitsch hat in seiner Arbeit: „Versuche über das Wiedereinheilen vollkommen gelöster Knochensplitter“, Aus der v. Bergmann'schen Klinik in Würzburg, Dtsch. Zeitschrift f. Chirurgie Bd. 15. 1881, als erster sicher festgestellt, dass an den Extremitäten von Tieren losgelöste Knochenstücke knöchern einheilen. Ebenso erklärt sich Adamkiewicz die Wiedereinheilungsversuche bei Knochentransplantationen. Er schreibt darüber in den Wiener med. Blättern No. 23, 1889: „Die organisierte Verbindung zwischen eingesetztem Knochenstück und dem Mutterboden wird zunächst durch Bindegewebe hergestellt, das unter dem Mikroskop sich als kernreiches Struma und lockere Massen bildendes Fibrillengewebe charakterisiert. Im weiteren Verlauf bilden sich in diesem Gewebe Ossificationen. Dieselben gehen zum grossen Teil vom Mutterboden aus, teilweise entstehen sie auch frei im Bindegewebe.“

Lannelongue und Vignal haben auf S. 373 ihrer „Recherches expérimentales sur la greffe de l'os mort dans l'os vivant“ wiedergegeben, wie die mikroskopischen Ergebnisse ihrer Implantationen von Knochen und Elfenbeinstiften in Knochen waren. Wie dort, so ist auch bei Senn und Mackie, die decalcinierten Knochen zur Implantation in Schädelknochen verwandten, und ferner bei Ochoton und Adamkiewicz davon die Rede, dass die vollkommene Ausfüllung einer vorhandenen Lücke dadurch besser von Statten ging, dass man Knochenstücke in dieselbe hineinpflanzte. Das implantierte Stück, meinen sie würde resorbiert und an dessen Stelle entstehe neues Gewebe. Auch Buscarlet tritt dieser Ansicht über Resorption bei und nimmt an, dass nachher an Stelle des Ersatzstückes neugebildetes Gewebe tritt, knöchernes jedoch nur bei Erhaltung des Periostes.

Andere Autoren, wie von Kölliker in den „Verhandlungen der Würzburger physikalisch-medicinischen Gesellschaft“, Wegner in seinen „Myeloplaxen und Knochenresorption“ und v. Rustitzky in den von ihm publizierten „Untersuchungen über Knochenresorption und Riesenzellen“ vertreten auch die Ansicht, dass der nekrotisch gewordene Knochen resorbiert werde, legen aber bei diesem Vorgang den Hauptwert auf den Druck, den das implantierte Stück auf seine Umgebung ausübt und haben, wie es auch Schmitt bei einem Versuche gesehen hat, ihre Ansicht durch Versuche bestätigt gefunden. Stets ist Lacunenbildung mit Auftreten von Riesenzellen von ihnen beobachtet worden. Nach Ollier bleibt ein aus seinem Zusammenhang mit der Umgebung gelöstes Knochenstück oder ein von einem Tiere derselben Spezies entnommenes und transplantiertes lebendes Fragment lebensfähig und behält auch an seinem neuen Orte seine Vitalität bei und zwar total. Beim Einheilen nimmt es im ersteren Falle die früheren Gefässverbindungen wieder auf und erhält so seine Ernährung wieder. Im letzteren Fall sucht es sich neue Verbindungen.

Anders liegt jedoch die Sache bei Ueberpflanzung von Knochen, die einem Wesen differenter Spezies oder einer niedriger stehenden Klasse angehören. Wird von diesem ein Stück transplantiert, so findet dasselbe nicht seine physiologischen Vorbedingungen und stirbt ab, um durch Bindegewebe eingekapselt zu werden, fettig zu degenerieren und der Resorption anheim zu fallen, bei Ausschluss jeglichen Weiterwachsens. Tritt Vascularisation des Ersatzstückes ein, so sollen dies Zeichen und Wege der eingetretenen Resorption sein. Auf einen ähnlichen Standpunkt, wie Ollier, stellen sich Julius Wolff in seiner Schrift: „Zur Osteoplastik“ (Berl. klin. Wochenschrift 69 pg. 492) und Jakimowitsch in: „Versuche über das Wiedereinheilen vollkommen getrennter Knochensplitter“ (Deutsche Zeitschrift für Chirurgie 1881, Bd. 15, p. 201.)

In ähnlicher Weise, wie die oben erwähnten Autoren fasst auch Ad. Schmitt („Ueber Osteoplastik in klinischer und experimenteller Beziehung“) den Vorgang bei Einheilung implantierten Materials auf. Bei seinen, in der verschiedensten Weise angestellten Versuchen — es wurde frischer und decalcinierter Knochen und Elfenbein in Anwendung gebracht — ergab sich folgendes:

In 3 Versuchen, bei denen frischer von ganz jungen Kaninchen stammender Knochen Bohrlöchern einverleibt wurde, war von einer knöchernen Einheilung nichts zu sehen. Im Gegenteil war das implantierte Stück resorbiert, gleich dem früher benützten Elfenbein und decalciniertem Knochen. „Es ist auch“, schreibt Schmitt in seinem oben erwähnten Werke darüber weiter auf pg. 12: „durch den lebenden Knochen keine Begünstigung der Ausfüllung der Bohrlöcher durch neue Knochenmassen zu erkennen, eher scheint dadurch ein Hinderniss gegeben zu sein, ganz wie beim Elfenbein und der leichter resorbierbare decalcinierte Knochen giebt, wie es scheint, viel eher den Weg frei für die ausfüllende Knochenneubildung.“

Ganz anders gestaltete sich dagegen der Vorgang, wenn das Periost bei dem eingepflanzten Stücke erhalten blieb, gleichgültig, ob dasselbe von demselben oder einem anderen Individuum derselben Spezies stammte. Hier trat überall knöcherne Vereinigung ein, wie auch dort, wo Implantation eines periostfreien Stückes unter das erhalten gebliebene Periost stattfand, während bei der Uebertragung von Knochenstücken von Thieren anderer Spezies diese zwar eingeheilt sind, jedoch keine knöcherne Verbindung mit dem Defektrande aufweisen.

Darüber schreibt Schmitt pg. 72: „Meine Versuche 4 und 4 a, in welchen Schädelstücke zwischen Kaninchen und Hund gegenseitig vertauscht wurden, zeigen zwar reaktionslose Einheilung, aber Verkleinerung resp. Resorption der Stücke und, trotz 5- und 7 monatlicher Einpflanzung, eine ausschliesslich bindegewebige Verbindung mit den Defekträndern.“

Zum Schlusse kommt Schmitt dann zu dem Resultat: „Die Bildung gestielter Hautperiostknochenlappen ist das beste Verfahren zum Verschlusse frischer oder älterer Schädeldefekte. Sie würde es auch für alle übrigen Knochendefekte sein, wenn ihrer Anwendbarkeit dort nicht allzu enge Grenzen gezogen wären“ und ferner:

„Die Autoplastik, Uebertragung von Knochen desselben Individuums, allein ermöglichen einen dauernden, knöchernen Ersatz von Knochendefekten und knöcherne Verbindung des eingepflanzten Stückes mit dem Einpflanzungsorte. . . . .“ Ihr Erfolg, die Sicherheit der Einheilung wird vermehrt durch Knochenlappen, die durch Periost und Weichteile mit dem übrigen Organismus in Verbindung stehen.“

Im Gegensatz zu allen diesen Autoren will Barth den Vorgang bei der Einheilung implantierter Knochenstücke aufgefasst wissen. Er ist nicht der Ansicht, dass der nekrotisch gewordene Knochen nach der bekannten Art mit Lakunenbildung unter Auftreten von Riesenzellen resorbiert werde, sondern er vertritt den Standpunkt, dass derselbe aus seiner Umgebung substituirt werde. Darüber äussert er sich in seiner Schrift: „Ueber Histologische Befunde von Knochenimplantationen“ v. Langenbeck's Archiv Bd. XLVI Heft 2 auf Seite 4“. So sehen wir gleichzeitig an den verschiedensten Stellen eine Knochenneubildung einsetzen, welche von Woche zu Woche sichtbare Fortschritte macht und schliesslich zu einem Ersatz des toten Knochengewebes durch lebendes, neugebildetes führt. Der Hergang ist dabei insofern sehr eigenartig, als er wenigstens an den meisten Stellen ohne die anatomisch sichtbaren Zeichen der Resorption des alten Knochens abläuft. Zwar kommen dort, wo für die Ausfüllung des Schädeldefektes ungeeignete oder unnötige Teile der implantierten Scheibe fortgeschafft werden sollen, z. B. dort wo die Scheibe über das Niveau des Schädeldaches herausragt, vielleicht auch unter anderen Bedingungen gelegentlich Resorptionsvorgänge der bekannten Art (unter dem Auftreten von Riesenzellen, unter Lakunenbildung und Einwachsen von Granulationen) vor: mit dieser Art der Resorption hat aber der Schwund der den Schädeldefekt provisorisch ausfüllenden implantierten Knochensubstanz nichts gemein. Man kann sich an vielen Präparaten davon überzeugen, dass hier die Osteoblasten direkt in den alten Knochen eindringen und neue Lamellen anlegen, ohne dass eine Lakunenbildung voraufgegangen wäre.“ Auf Seite 95 kommt Barth dann zu dem Schluss: „Wir haben es hier also nicht mit einer Resorption im gewöhnlichen Sinne und nachträglichen Ersatz durch Neubildung zu thun, sondern es handelt sich hier, . . . um eine Art von Metaplasie, um eine Substitution des toten durch lebendes Knochengewebe“.

Am besten, sagt er, könne man diese Wahrnehmungen an der Sägefläche des Schädels und am Rande der Trepanationsscheibe machen. Es lagern sich dort zarte Knochenlamellen, vielfach gebuchtet, mit scharf abgegrenzten Conturen an den nekrotischen Knochen an, welche in ihren Anfangsstadien stets von Osteoblastenschichten umgeben sind.

Decalcinierter Knochen kann nach Barth's Ansicht auch in derselben Weise einheilen, wie ein gleich nach seiner Heraussägung replantiertes Stück. Das Bindegewebe kapselt denselben teils ein, teils bildet sich durch Hineinwachsen neuer Knochen.

Auf den von ihm festgestellten mikroskopischen Befund geht Barth in seinen „Histologischen Untersuchungen über Knochenimplantation, Beiträge zur pathol. Anatomie und zur allgemeinen Pathologie,“ herausgg. von Prf. Dr. Ernst Ziegler, (Band XVII, Seite 72—73) näher ein, indem er sagt, dass kernhaltiger Knochen am Rande des Fragments, sowohl an der epiduralen Seite, als auch am Trepanationsrande unter dem Periost vorhanden sei, während mehr central derselbe im Fragment nur an den Gefässräumen, Markräumen und den Havers'schen Canälen zu finden sei. „So entstehen Inseln und Spangen mit einem centralen Stock nekrotischer, kernloser Knochensubstanz, von lebenden Knochenschichten umkleidet.“

Ein ähnliches Bild liefere auch der Trepanationsrand, wo auch junger Knochen entstehe. Das tote Material werde durch lebendes ersetzt, sodass sich dasselbe „im alten und auf dessen Kosten ohne vorhergehende Resorption“ entwickele. Ebenso nekrotisiere das Markgewebe und werde substituiert.

Der Erhaltung des Periostes auf einem replantierten Knochen will Barth keine besondere Wirkung beimessen, während auch nach ihm die Vitalität durch Bildung eines Haut-Periost-Knochenlappens bedingt ist.

In Wahrheit scheint Barth durch seine zahlreichen Versuche zu dem richtigen Resultat gekommen zu sein. In vielen Punkten, jedenfalls aber in der Hauptsache, habe ich durch meine wenigen Versuche, die hier folgen mögen, seine Ansicht bestätigt gefunden.

Voraus zu bemerken ist noch, dass die mikroskopischen Untersuchungen der Einheilungsstellen vorgenommen wurden, nachdem nach der Operation das implantierte Stück circa 28 Tage gelegen hatte.

Erster Versuch:

Es wurde einem weissen Kaninchen auf beiden Seiten an der Stirne je ein rechteckiges Stück ausgesägt und sofort wieder eingesetzt. Bei der Untersuchung desselben nach sechs Tagen schienen die replantierten Stücke fest zu sein. Die Heilung war per primam erfolgt. Nach Abpräparieren des Periostes und der Dura sieht man auf der Aussenseite bei dem getrockneten Schädelknochen entschieden feste, knöcherne Verwachsung. Indessen fällt die Farbe des replantirten Stückes besonders auf, welche im Gegensatz zu der gelblich braunen des übrigen Schädels eine weisse ist. Auf den Ersatz ist vom Rande her teilweise neugebildeter Knochen gleichsam hinaufgeschoben. Die Duraseite bietet fast das gleiche Bild, nur ragt hier noch nicht die knöcherne Verwachsung bis zur Ebene des anliegenden, erhalten gebliebenen Schädeldaches überall herauf, sondern es ist ab und zu statt dessen eine Rinne bemerkbar. Hält man den Schädel gegen das Licht, so scheinen die Einheilungslinien nur an wenigen Stellen besonders durch.

Mikroskopischer Befund (rechtsseitiges Stück):

Während bei der makroskopischen Betrachtung des Schädeldaches der Eindruck sich einem Unbefangenen aufdrängt, als ob das implantierte Stück völlig durch knöcherne Verbindung eingewachsen sei, ergibt die mikroskopische Untersuchung, dass es sich doch nur um eine bindegewebige Einheilung handelt. Allerdings ist die Verbindung eine ungemein innige und die Lücke zwischen Rand des Schädels und dem des Ersatzes eine so schmale, dass sie am mikroskopischen Schnitte bei Betrachtung mit blossem Auge garnicht erkannt werden kann. Mikroskopisch aber sieht man, dass das vollständig im Niveau des Schädels liegende, eingepflanzte Stück durch eine ganz schmale Zone äusserst dicht gefügten, zellenreichen, fibrösen Gewebes in der Lücke fixiert ist. In einzelnen mikroskopischen Schnitten spannt sich auf der Periostseite des Objektes eine knöcherne Brücke über die Lücke hinüber, die vom Periost aus gebildet ist und die beiden Knochenränder wenigstens zum Teil knöchern vereinigt. In dem den schmalen Spalt ausfüllenden Bindegewebe findet sich ebenfalls auf der dem Periost zunächst gelegenen Seite deutlich beginnende Verknöcherung des Bindegewebes, während auf der Duraseite das Gefüge desselben lockerer ist. An den Rändern des Schädels sowohl, wie des eingepflanzten Stückes ist eine ziemlich mächtige Schicht kernreichen neugebildeten Knochens, der einzelne zapfen- und kegelförmige Höckerchen in die Lücke hineinschickt, so dass nur wenig fehlt, und es wurden neue Knochenbrücken geschaffen zwischen dem implantierten Stück und dem Trepanationsrand des Schädels. Auf Periost sowohl, wie Duraseite befindet sich an dem ganzen Ersatzstücke und auch am Schädel bis in beträchtlicher Entfernung vom Rande entfernt Auflagerung von neugebildetem Knochen, der sich mit grosser Schärfe abhebt von der ursprünglichen Knochenpartie, in welchem nur spärliche Kerne, undeutlich gefärbt, erkennbar sind. Die Unsichtbarkeit der Kerne betrifft das ganze implantierte Stück. Nur in der Umgebung der spärlich vorhandenen und schmalen Schicht kernhaltigen Knochens und an den Rändern der Markräume sind schöne Osteoblastenreihen aufzufinden. Dasselbe Verhalten zeigt sich an den Randpartieen des Schädels, und zwar erstreckt sich die kernlose Zone des Knochens bis etwa auf 3 mm vom Sägerand entfernt hinaus. Erst dort beginnt normal aussehender Knochen. Zweifellos ist das implantierte Stück abgestorben, aber es bietet in seiner innigen Fixation durch eine schmale, feste Bindegewebsmasse und stellenweise durch Knochen einen überaus festen Verschluss der Schädeldecke, der zu einem idealen, d. i. knöchernen sicher in kurzer Zeit geworden wäre, wenn Zeit genug vorhanden gewesen wäre, dass genügend neuer Knochen auf dem Boden des alten sich gebildet hätte.

Zweiter Versuch:

Es wurde einem weissen Kaninchen auf der linken und rechten Stirnseite je ein rechteckiges Stück herausgenommen und vertauscht. Das linksseitig ausgesägte und transplantierte Stück lag circa 12 Minuten an freier Luft und fiel später auf den Tisch. Beide passen nicht ganz genau in ihren neuen Bestimmungsort. Das links ausgesägte, jetzt rechts sitzende, passt besser als das umgekehrte. Heilung p. p.

Als am sechsten Tage das Thier untersucht wurde, war das links liegende Stück deutlich beweglich, das andere fest mit der Umgebung verwachsen.

Bei Besichtigung des abpräparierten Schädelknochens ergibt sich, dass das erstere nur an der lateralen Seite ziemlich fest verwachsen ist, von den drei anderen Flächen zeigt nur die mediale eine bindegewebige Verbindung mit dem Trepanationsrande. Das rechts liegende Ersatzstück ist teils bindegewebig, teils knöchern, teils gar nicht mit der Umgebung im Zusammenhang. Auch hier die weisse Farbe des implantierten Knochens gegenüber der gelbbraunen des Schädeldaches, auch hier Auflagerung von anscheinend neugebildeten Knocheninseln auf denselben, jedoch nicht vom Rande her, sondern nur in der Mitte. Dieselben Erscheinungen auf der Innenseite.

Mikroskopischer Befund (des linken Stückes):

Die Einheilung des implantierten Stückes ist eine bindegewebige. Die ziemlich breite Lücke zwischen Trepanationsrand des Schädels und dem Rande des eingepflanzten Stückes wird durch ein sehr zellenreiches Gewebe ausgefüllt, das in direkter Fortsetzung teils vom Periost, teils von der grade in der Lückengegend erheblich verdickten Dura abstammt. Von der Seite des ersteren her drängt sich zum Teil Muskulatur in die Lücke hinein. Das eingepflanzte Stück muss als abgestorben betrachtet werden, da seine Kerne fast gar nicht sichtbar und gänzlich ungefärbt sind. Es befinden sich an der Periost-, wie Duraseite desselben Lücken und Ausbuchtungen von ziemlicher Tiefe; vom Periostrande bis zum Markraum reichend, in welchem lockeres, bald sehr zellenreiches, bald auffallend zellenarmes Gewebe, das häufig Fettzellen enthält und das mit dem Periost in direktem Zusammenhang steht, eindringt. Auch in den Markräumen finden sich häufig Fettzellen neben grossen, zuweilen mehrkernigen Zellen, ferner Gefässe von teilweise bedeutender Grösse und granulationähnliches Gewebe. Die den Markräumen zugekehrten Knochenränder sind vielfach mit schönen Osteoblasten-Reihen besetzt. Die innere Randzone des Knochens hebt sich sehr scharf durch die zahlreichen und intensiv gefärbten Kerne von dem alten, kernlosen Knochen ab. Es handelt sich hier jedenfalls ebenso um neugebildeten Knochen, wie an den dem Periost und der Dura zugekehrten Flächen des Implantationsstückes, wie an den Rändern der Havers'schen Canäle und an den der Lücke zugewandten Rändern des eingepflanzten Knochens sowohl, wie des ursprünglichen Schädels. Besonders der Trepanationsrand des letzteren zeigt eine ziemlich dicke Auflagerung von neuem Knochen, der eine konische Gestalt angenommen hat. Der Ersatzknochen, durch Bindegewebe festgehalten, verschliesst mit diesem zusammen die Lücke. Es ist aber, wie die Unsichtbarkeit der Kerne und die ausgesprochenen Resorptionsvorgänge beweisen, abgestorben, während in und an ihm neuer Knochen aus Periost und Dura, als Mutterboden, hervorgeht, wobei das Material des toten Knochens wohl als Baumaterial für die Knochenneubildung benützt wird.

Dritter Versuch: (Fig. 1.)

Es wurde einem sehr starken männlichen Kaninchen links ein rechteckiges Stück subperiostal ausgesägt. Dasselbe lag $^1/_4$ Stunde an freier Luft. Ein starker Gehirnprolaps wurde abgetragen; das nun replantierte Stück wurde durch das noch immer hervordrängende Gehirn emporgehoben. Rechts wurde ebenfalls ein gleichgeformtes Stück ausgesägt und sogleich wieder eingesetzt.

Beim blossen Schädel des getöteten Tieres nimmt man noch wahr, dass das eingepflanzte linke Stück durch das Gehirn emporgedrängt war, und zwar muss dies am lateralen Rande vor sich gegangen sein, da hier an einer Stelle nur geringe Verwachsung eingetreten ist, während am grössten Teile der seitlichen Fläche eine Lücke von der Breite eines Messerrückens vorhanden ist. Der mediale Rand hat sich unter das Schädeldach geschoben und ist hier fest angeheilt, was auch am vorderen und hinteren Ende der Fall ist. Das entsprechende, rechtsseitige Stück ist mit

Ausnahme einer kurzen Unterbrechung überall fest verwachsen. Die verheilten Gegenden machen sich beim durchscheinenden Licht als dunkle Linien bemerkbar. Neugebildeter Knochen ist nur sporadisch aufgelagert. Die Farbe unterscheidet sich in nichts von der des übrigen Knochens.

Mikroskopischer Befund: Das Objekt (linkes Implantationsstück) zeigt beide Einpflanzungsstellen und zu jeder Seite des implantierten Knochens ein Stück vom Schädel selbst. Am Schädelknochen befindet sich nahe der Operationsstelle mitten im Knochen gelegen ein zweifellos abgestorbenes Stückchen, in dem die Kerne vollkommen fehlen. Dasselbe hebt sich dadurch scharf von dem übrigen völlig normal erscheinenden Knochen ab. In diesem erscheinen die vielfach längs geschnittenen Havers'schen Canäle von relativ grossen Gefässen durchzogen und die Ränder des Knochens zuweilen mit Osteoblastenreihen durchsetzt. Am Implantationsstück sind 2 Zonen, die sich scharf von einander abgrenzen, zu unterscheiden. Die nach der Periostseite gelegene zeigt nur ausserordentlich spärliche Kerne, ihr Aussehen ist streifig, wie aufgefasert und nur an den Rändern der teils längs, teils quer geschnittenen Havers'schen Canäle, sowie in der nächsten Umgebung derselben finden sich gut gefärbte Kerne, die auf Knochenneubildung im Gefüge des alten, seinem ganzen Aussehen nach abgestorbenen Knochen, hinweisen. Ein ganz anderes Bild bietet die zweite Zone dar, die gegen die Dura hin gelegen ist. Sie ist annähernd eben so breit, wie die vorige Partie und hebt sich mit ziemlich scharfer Grenze ab gegen diese. Letztere wird dadurch gebildet, dass in diesem Knochenabschnitte alle Kerne intensiv gefärbt sind und dass ausserordentlich grosse und weite Lücken und Canäle im Knochen auftreten, die im Gegensatz zu dem fast lückenlosen vorigen Abschnitte das mikroskopische Bild zu einem äusserst lebhaften gestalten. In den grossen Lücken sind grosse Gefässe deutlich erkennbar und die Ränder sind mit gleichmässigen Reihen grosskerniger Zellen dicht besetzt. Dasselbe Bild ist vielfach an der Grenze gegen die vielfach verdickte Dura hin zu sehen, deren innerste Schicht sehr zellen- und kernreich erscheint. Auch die innerste Periostschicht, die den vorhin als abgestorben bezeichneten Knochen überzieht, erscheint zellenreich, doch ist die Knochenneubildung hier eine ungemein spärliche. Das implantierte Stück ist auf beiden Seiten durch äusserst gefäss- und kernreichen Knochen mit dem Schädelknochen direkt verwachsen. In der Lücke dieses neuen, die Verwachsung herbeiführenden Knochens, geht aufs Gewebe das Periost sowohl, wie die Dura (Gefässe und Zellenzüge) direkt über. Dieser neugebildete Knochen hebt sich scharf von der kern- und strukturlosen Schicht des eingepflanzten Stückes ab und unterscheidet sich in nichts von dem auf der Duraseite gelegenen Abschnitte des letzteren, so dass auch dieser wohl bestimmt als neugebildet, anzusehen ist. An einer Stelle auf der Periostseite liegt, losgelöst vom übrigen Knochen, ein kleines Splitterchen, von jungem, fibrillärem Bindegewebe aufs Innigste umgeben. Seine Ränder sind mit einer mehrfachen Schicht grosser und grosskerniger Zellen besetzt. Die Kerne im Splitter sind sehr spärlich und viel schwächer gefärbt, als die der umgebenden Zellmassen.

Vierter Versuch: (Fig. 2.)

Es wurde einem braunen Kaninchen am rechten Vorderbein ein rechteckiges Stück ausgemeisselt mit teilweiser Erhaltung des Periost. Hautnaht. Die Untersuchung am 12ten Tage ergab, dass die Operationsstelle etwas verdickt war, das Knochenstückchen anscheinend dislociert.

Am abpräparierten Knochen ist auch die Verdickung und Verschiebung sichtbar. Etwas helle Verfärbung des replantierten Knochens; sonst feste knöcherne Verwachsung.

Bei demselben Thiere wurde am Schädel links subperiostal ein sehr grosses Stück ausgesägt. Dasselbe lag 15 Minuten an der Luft, fiel dann auf den Tisch, wurde mit 3% Carbollösung abgewaschen und eingepflanzt. Rechts ebenfalls subperiostal ein kleines Stück herausgenommen und sofort wieder zurückgebracht. Das erstere ist an 3 Seiten fest eingewachsen, während dies am medialen Rande nicht der Fall ist. Rechts im ganzen Verlaufe nur teilweise, jedoch feste Verwachsung. Beide replantierten Stücke erheben sich um die Hälfte ihrer Dicke über das Niveau ihrer Umgebung. Auf der Innenseite dieselben Verwachsungserscheinungen mit ziemlich reichlicher Auflagerung neugebildeten Knochens vom Operationsrande her. Die Farbe des linksseitigen ist gelbbraun, wie seine Nachbarschaft, die des rechten grauweiss.

Mikroskopischer Befund des rechtsseitigen Stückes:

Das eingepflanzte Objekt ist über das Niveau der Lückenränder gegen das Periost hin verschoben, auf der einen Seite etwas stärker, so dass eine Schrägstellung des Stückes erfolgt ist. Eine knöcherne Verwachsung ist nicht eingetreten, das eingepflanzte Stück ist vielmehr durch ausserordentlich straffes Gewebe, das vom Periost aus in den Spalt zwischen den Knochenrändern sich eingeschoben hat, fixiert und zwar ist die Fixation trotz der Verschiebung eine sehr feste. Am implantierten Stück fallen sofort 2 verschiedene Zonen auf, eine schmale, dem Periost zunächst liegende Schicht, von ausserordentlichem Kernreichtum, die sich in scharfer Linie abhebt gegen die nächste Zone, in welcher nur äusserst spärliche Kerne gefärbt sichtbar sind. Die meisten der Knochenlücken erscheinen leer oder die in ihnen liegenden Kerne sind nur mit Mühe zu erkennen. Nur an einzelnen Stellen dieser gleichmässig aussehenden Knochensubstanz finden sich wieder einzelne Partieen mit intensiverer Kernfärbung und zwar dort, wo Markräume oder Havers'sche Canäle auftreten. Die Ränder dieser Markräume und Canäle heben sich in gleicher Weise, wie die oben erwähnte subperiostale Schicht zum Teil sehr scharf durch ihre gefärbten Kerne von der Umgebung ab. Andere Ränder zeigen nur eine sehr schmale Anlagerung kernhaltigen Knochengewebes. Die Zone des letzteren erscheint um so breiter, je stärker mit Gefässen und Zellen gefüllt der entsprechende Knochenmarkraum ist. Wahrscheinlich bieten sich hier bessere Ernährungsbedingungen in seiner Umgebung. Die Markräume und Havers'schen Canäle zeigen nichts Auffallendes bezüglich ihrer Grösse und Weite, wie man erwarten müsste, wenn man annimmt, dass die Zone mit gefärbten Knochenkernen an den Rändern der Räume neugebildet ist. Man muss daher wohl annehmen, dass die Neubildung dieses Knochens unter gleichzeitigem Schwinden des ursprünglichen vor sich geht, und dass es sich weniger um einen Resorptions-, wie um einen Substitutionsprozess handelt. Die Hauptmasse des eingepflanzten Stückes ist wohl als abgestorben zu betrachten, wofür das Ungefärbtbleiben der Knochenkerne deutlich spricht. An den freien Rändern des Schädels (Sägeflächen) fällt zunächst auf, dass sie deutlich abgerundet sind und dass an ihm eine breite Schicht ungemein kernreichen, mit zahllosen Lücken versehenen, zweifellos neugebildeten Knochens sich angelagert hat, während in einiger Entfernung von dieser neugebildeten, kernreichen Zone glattrandige Knochenpartieen mit ungefärbten Kernen und leeren Knochenkörperchen sich vorfinden; offenbar die eigentlichen Ränder der Sägeflächen. Auch diese dürfen als abgestorben angesehen werden.

Das Periost, das sich ohne Unterbrechung über den Schädel und das eingepflanzte Stück hinüberzieht, ist deutlich verdickt und seine unterste dem Knochen zugekehrte Schicht sehr zellenreich. An dieser untersten Schicht ist überall der direkte Uebergang in den Knochen zu verfolgen. In den Lücken zwischen Schädelrändern und den Rändern des implantierten Stückes befindet sich ein mit dem Periost und der Dura ohne scharfe Grenzen zusammenhängendes, höchst gefässreiches Bindegewebe, das mit Randzellen vor allen gegen die Dura hin lebhaft infiltriert ist und hier zuweilen den Charakter von Granulationsgewebe annimmt.

Fünfter Versuch:

Einem Kaninchen wurde links und rechts mit dem Periost ein rechteckiges Stück ausgesägt; ersteres liegt 15 Minuten an der Luft vor der Replantation. Beim sofortigen Einpflanzen des rechtsseitigen dringt das Elevatorium tief in's Gehirn.

Der abpräparierte Schädel zeigt uns folgendes Bild: Beide replantierte Knochenstücke sind fest und knöchern eingeheilt. Das rechte ragt mit seinem medialen Rande etwas über das Niveau des Schädels hervor, und zwar so, dass hier bei durchscheinendem Lichte zwar Verwachsung sichtbar ist, die ganze Einheilungslinie aber einen hellen Streifen darstellt. Am lateralen Rande lässt sich ein Unterschied zwischen dem implantierten Stück und Trepanationsrand des Schädels nicht mehr feststellen, sondern das ganze Gebiet hat gleichartiges Gepräge, sowohl was die Farbe betrifft, als auch darin, dass hier beiderseits wie auch in der Verwachsungslinie, zahlreiche kleine Löcher von dem Umfang eines Nadelstiches von mässiger Tiefe sich befinden. Das linke Stück ragt in toto etwas empor, ist auch fest eingewachsen und zeigt am lateralen Einheilungsrande einige offene Stellen, an denen keine Verbindung mit dem Schädel eingetreten ist. Die Farbe beider Stücke ist wie die des übrigen Schädels.

Mikroskopischer Befund des linken Stückes:

Das eingepflanzte Stück ist auf der einen Seite gegen den Schädelrand nach aussen verschoben, am anderen Trepanationsrand liegt es vollkommen im Niveau des Schädels selbst. Das Stück ist durch sehr kern- und gefässreichen Knochen auf das Innigste mit den Schädelrändern verwachsen. Es ist also idealel knöcherne Einheilung erfolgt, und zwar wird die Verbindung durch neugebildeten Knochen hergestellt, der zweifellos sowohl vom Periost, wie von der Dura ausgebildet wurde und mit den Knochenauflagerungen, welche sich sowohl dort, wie am Schädel und am implantierten Stück finden, in direktem Zusammenhang steht. In der einen, jetzt durch neuen Knochen ausgefüllten Sägelücke, die erkennbar ist an dem scharf abgegrenzten kernlosen Knochenrande auf der Schädelseite einerseits, auf der Seite des eingepflanzten Stückes andererseits ziehen sich die Spalten der Markräume vom Schädel her gegen das Ersatzstück continuierlich durch den die Lücke füllenden, neugebildeten Knochen hindurch, so dass eine Unterbrechung der Markräume nicht mehr stattfindet.

Die Markräume des implantierten Stückes unterscheiden sich jedoch von jenen des Schädels an einzelnen Stellen. (In der Mitte des Stückes dadurch, dass sie weniger gefüllt erscheinen von Zellen und Gefässen, wie jene des Schädels, mit Ausnahme einer grossen, breiten mit Zellen förmlich vollgepfropften Spalte, die, wie erwähnt, direkt vom Schädelteil des Objektes durch den Verbindungsknochen hindurch in der ganzen Ausdehnung des Ersatzes sich hinzieht). In der Umgebung der Markräume, ihre Ränder darstellend, findet sich in ziemlich breiter Zone kernhaltiger Knochen, der sich den Conturen derselben genau anschmiegt und als neugebildeter Knochen angesprochen werden muss; ebenso dicht um die Havers'schen Kanäle herum. Dieser mit lebhaft gefärbten Kernen versehene Knochen hebt sich dadurch in auffälliger Weise von anderen Partieen ab, die kernlos oder nur mit äusserst spärlichen Kernen versorgt sind und welche die Reste des ursprünglichen, implantierten Knochens darstellen.

Ein grosser Teil desselben ist durch neugebildeten Knochen ersetzt, der genau die Form des ursprünglich implantierten hat und sich diesem aufs Innigste anfügt. Eigentliche Resorptionserscheinungen an den Resten des Ersatzes sind nicht nachweisbar, so dass es sich auch hier offenbar um eine Substitution des alten durch ueugebildeten Knochen handelt, zu welcher der erstere das Material geliefert hat.

Zum Schluss mögen hier noch zwei Versuche ihre Erwähnung finden, in denen kein Knochen oder Elfenbein in den künstlich hervorgerufenen Knochendefekt gebracht wurde, sondern statt dessen totes Material, nämlich Paraffin. Derartige Experimente sind schon öfter unternommen worden, jedoch mit wechselndem Frfolg. Fränkel, Beyer und andere verwandten zur Implantation in den Schädel Celluloidplatten, Lesser Cautchouc und Kork. Während letzterer nie ein Einheilen bemerkt hat, sind die ersteren glücklicher gewesen, indem sie einen Ersatz des Defektes erreichten.

Im Gegensatz hierzu verwandten Duplay und Cazin (Simon Duplay et Maurice Cazin, De la réparation inmediates despertes de substance interosseuses, à l'aide de divers corps aseptiques: Arch. génér. de méd. 1892, p. 519), statt der harten Gegenstände zu gleichem Zwecke Schwammstücke, Versuche, die jedoch anfänglich nur von geringem Erfolge gekrönt waren. Trotz Carbolisierung des Materials missglückte ihnen 90%. Erst später, nach gründlicher, halbstündiger Sterilisation bei 120° Wärme, erreichten sie vollkommen Heilung p. p. Der Schwamm war indessen resorbirrt mit Ausnahme der in demselben befindlichen Kieselsteine, während die Knochenlücken teilweise ganz mit

Knochenmasse ausgefüllt waren. Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass junges Bindegewebe in den Fremdkörper hineingewachsen war.

Barth implantierte subperiostal Schwammstücke, die in Carbol gelegen hatten, und konnte sich von einer Einheilung p. p. in den meissten Fällen überzeugen. Er schreibt darüber: „Sie (die Schwammstücke) werden von einem jungen Granulationsgewebe, welches hier offenbar von Periost und Mark seinen Ausgang nimmt, durchwachsen, und es wird hierdurch binnen Kurzem ein organischer Verschluss des Defektes mit Erhaltung des äusseren Niveaus geschaffen.“ Sein mikroskopischer Befund ergab, „dass der Prozess in einer fortschreitenden Verknöcherung des Bindegewebes, welches die Schwammfasern umschlossen hat, besteht.“

In meinen beiden Versuchen wurden zur Implantation Paraffinplatten genommen, die auf verschiedene Weise in die vorhandene Lücke gebracht wurden:

Sechster Versuch:

Es wurde eine Paraffinplatte so aufgelegt, dass die Ränder derselben den Trepanationsrand überragten. Einheilung war nach 16 Tagen nicht erfolgt, aber es zeigen sich einige rauhe, grau-gelbliche Auflagerungen, auf beiden Seiten desselben, die vermutlich vom erhaltenen Periost und Dura aus neugebildeter Knochen sind. Ebenfalls ist solcher durch die Dura in reichlichem Masse von den Defekträndern her produziert und lagert sich dort, gleichsam wie Kitt zwischen Fenster und Fensterrahmen, zwischen Dura und Trepanationsrand.

Bei der geringen Menge der erwähnten Neubildung lassen sich nur Kalksalze feststellen bei der mikroskopischen Betrachtung.

Siebter Versuch: (Figur 3.)

Bei einem Kaninchen wurde eine Paraffinplatte beiderseits in eine rechteckige Trepanationslücke des Schädels eingepresst, die beide nach 16 Tagen eingeheilt waren. Im Schädeldach sitzen sie nach Zurückpräparieren der Weichteile so fest, dass auch bei durchscheinendem Lichte keine Lücke zu entdecken ist. An einigen Randpartieen sieht man sogar, wie neuer Knochen über das Paraffin hinüberzuwuchern beginnt. Auf der Duraseite sind auf den Fremdkörper überall Knocheninseln hinaufgelagert von grau-gelber Farbe.

Mikroskopischer Befund:

Das Paraffinstück ist etwas verschoben, so dass es auf der Periostseite den Rändern der Schädellücke aufliegt. Es ist von einer dichten Bindegewebsschicht vollkommen umgeben und wird durch diese an die Knochenränder sehr innig fixiert. Die Lücke ist vollkommen fest verschlossen, das Paraffin liegt wie ein Deckel der Lücke auf. Die innerste Schicht der den Fremdkörper umhüllenden Bindegewebskapsel ist ausserordentlich zellenreich. Der Uebergang des deutlich verdickten Periostes in diese ist an einzelnen Stellen ein ganz unmerklicher, kaum erkennbarer. An anderen Stellen ist eine Art Grenze angedeutet; einmal durch eine veränderte Richtung der Bindegewebs-Zellen und Fasern; die an dem verdickten Periost ohne deutliche Ordnung, an dem neugebildeten Bindegewebe jedoch, concentrisch geschichtet, in dichter Anordnung um das eingeschlossene Paraffin sich herumlagern. Eine weitere

Begrenzung ist ab und zu gegeben durch Anhäufung von Zellen und durch eine stellenweise recht lebhafte Gefässentwickelung. Im Paraffin selbst befinden sich an verschiedenen Stellen feine Risse, deren Ränder öfter durch langgestreckte mit grossen Kernen versehene Zellen bekleidet sind. Es entsteht dadurch ein Bild, als wenn sich Zellstränge in die Paraffinmasse hineinschöben, ähnlich, wie man dies bei der Proliferation und Neubildung von Gefässen zuweilen sieht. An anderen Stellen finden sich grössere Zellanhäufungen, die den Eindruck von lymphoiden Zellen machen, am Rande der Paraffinplatte und noch eine Strecke weit in dieser selbst. Es lässt sich jedoch der Zusammenhang dieser Anhäufungen und Stränge von Zellen mit dem einhüllenden Gewebe nicht mit aller Sicherheit nachweisen, um so weniger als die Paraffinplatte an vielen Stellen der einhüllenden Gewebsschicht nicht absolut dicht anliegt. Da und dort freilich scheint die innerste, dem Periost zunächst liegende Zellschicht der einheilenden Membran mit den erwähnton Zellanhäufungen und Zellsträngen in Zusammenhang zu stehen, beziehungsweise es scheinen die letzeren direkt hervorzusprossen aus dem das Periost einhüllenden Gewebe. Die Analogie für ein solches Eindringen von Zellen in das Paraffin findet sich ja auch bei anderen implantierten Fremdkörpern (Schwammstücken z. B.), in deren Poren und Lücken diese hineinwachsen, wie hier in die Lücken des Paraffins. Irgendwelche Verknöcherungsvorgänge sind hierbei nicht zu erkennen.

An den Rändern der Schädellücke findet sich zunächst eine etwas spitz zu laufendes ungemein gefäss-

und zellenreiche Schicht von sovohl durch Dura, wie durch Periost neugebildetem Knochen, während sich die eigentliche Sägefläche sehr scharf von dieser Knochenzone abhebt durch den fast vollständigen Mangel an gefärbten Kernen. Diese sind nur in der nächsten Ungebung der Ränder von Markräumen und Havers'schen Canälen.

Das Paraffinstück liegt demnach, wie schon erwähnt, gleichsam als Deckel auf der Trepanationslücke des Schädels, an deren Rändern es durch das gewucherte Periost und das neugebildete Bindegewebe festgehalten wird, ähnlich, wie es bei sonstigem toten und nicht organisationsfähigem Verschlussmaterial der Fall ist.

Wir können also aus unseren Versuchen den Schluss ziehen, dass es sehr wohl angebracht ist, bei Schädeldefekten in die Lücke Knochen zu überpflanzen und es scheint, als ob es ziemlich gleichgültig ist, wie man bei der Operation vorgeht, ob man auf dem Stück das Periost erhält oder nicht oder ob man subperiostal implantiert. — Der Erfolg ist jedes Mal, jedenfalls nach den wenigen von mir angeführten Versuchen, der das äusserlich — vorausgesetzt, dass die Ränder des implantierten Stückes und die des Schädels sich einigermassen dicht berühren, reaktionslose, feste Einheilung eintritt. Bei makroskopischer Betrachtung der skelettierten Schädel hat man meistens den Eindruck, dass es sich um eine knöcherne Einheilung handelt, bei miskroskopischer Untersuchung aber findet sich, dass doch zuweilen nur eine bindegewebige Verbindung zwischen implantiertem Stück und Schädelrand stattgefunden hat. In dem Bindegewebe, das den oft sehr engen und schmalen Spalt zwischen den beiden Knochenrändern ausfüllt, sind häufig Verknöcherungsvorgänge zu erkennen, und es ist wohl anzunehmen, dass wenn nicht eine zu starke Verschiebung des eingepflanzten Stückes stattgefunden hat, bei genügend langer Versuchsdauer in den meisten Fällen noch eine knöcherne Verwachsung sich einstellen wird, um so mehr, als das Bindegewebe von einem zur Knochenproduktion geeigneten Gewebe — Periost und Dura — abstammt. Das Schicksal des implantierten Stückes war in allen Versuchen ein gleichmässiges: Das Stück stirbt ab. Als Zeichen des offenbar bald nach der Operation eintretenden Todes ist die Unfärbbarkeit oder der Zerfall der Kerne, da und dort auftretende Resorptionserscheinungen, ein gewisses streifiges, dem normalen Knochen fremdes Aussehen u. s. w. zu betrachten.

Das abgestorbene Stück ist jedoch noch bestimmt, eine wichtige Rolle für den Verschluss der Knochenlücke, in welche es eingepflanzt würde, zu spielen. Sehr bald nämlich sieht man nicht bloss auf den dem Periost oder der Dura zugewendeten Flächen neuen, jungen Knochen sich bilden und anlagern, sondern auch im Innern des toten Stückes selbst; an den Rändern seiner Markräume und Havers'schen Kanälen lagert sich junger Knochen in einer oft relativ mächtigen Schicht jungen Knochens an, der sich durch seine lebhaft gefärbten Kerne auf's Deutlichste von seiner Umgebung, dem kernlosen, ursprünglichen Knochen, abhebt. Dieser abgestorbene Knochen zeigt nun Resorptionserscheinungen durchaus nicht in einer so ausgedehnten Weise, als es der Menge des neugebildeten Knochens entspricht. Es ist auch weder makroskopisch noch unter dem Mikroskop eine wesentliche Volumenzunahme an dem eingepflanzten Stücke zu erkennen trotz der bald schon bedeutenden An- und Auflagerung von neugebildetem Knochen. Es macht also ganz den Eindruck, dass es sich hier um einen Substitutionsprozess handelt, d. h. der ursprüngliche Knochen verschwindet und neuer, junger tritt an seine Stelle, von dem man wohl zweifellos annehmen muss, dass er das Material, vorzugsweise also die Kalksalze des ursprünglichen Knochens, zu seinem Aufbau benützt.

Diese Knochenneubildung geht mit der Wiederherstellung der Cirkulation in den Knochenräumen Hand in Hand.

Wenn auch, wie aus den Versuchen hervorgeht, das frische eingepflanzte Knochenstück unter keinen Umständen vollständig am Leben bleibt, so ergiebt sich doch, dass die Einpflanzung derartigen Knochens, d. h. also von kalkhaltigem Material nicht ohne Bedeutungfür den Verschluss von Knochendefekten ist, da sich auf dem Boden und aus dem eingepflanzten Knochenstücke unter wesentlicher Anteilnahme des Periostes und der Dura neuer Knochen entwickelt, der an die Stelle des eingepflanzten, abgestorbenen Stückes tritt und einen vollständigen, knöchernen Verschluss des Defektes herbeizuführen im Stande ist, während die Einpflanzung von totem, kalklosen Material (hier Paraffin, nach früheren Versuchsergebnissen auch decalcinierter Knochen u. s. w.) das betreffende Verschluss-Stück nur wie ein Deckel auf oder in der Lücke liegt, der durch eine bindegewebige Hülle eingekapselt und festgehalten wird. Die Anwendung von frischem Knochen, dessen Herkunft gleichgültig ist, zum Verschluss von Knochendefekten ist demnach als eine zweckmässige Methode anzusehen, da der frische Knochen, obwohl er abstirbt, das Material zu neuem Knochen und damit zu einem Knochenverschluss des Defektes abzugeben im Stande ist.

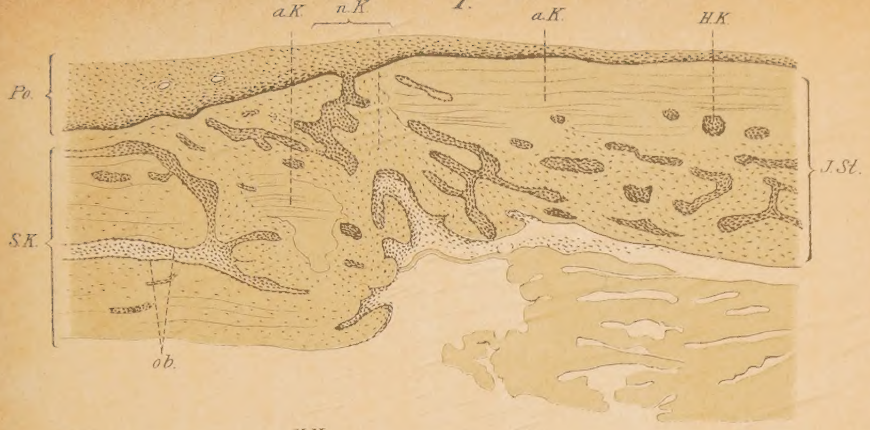
Am Schluss meiner Arbeit will ich nicht versäumen, nochmals Herrn Prof. Dr. Angerer für die Uebernahme des Referats und Herrn Dr. Schmitt der mir die Anregung zu dieser Arbeit gab, und mir bei Ausführung derselben stets mit Rat und That zur Seite stand, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Erklärung der Bezeichnungen auf den Abbildungen.

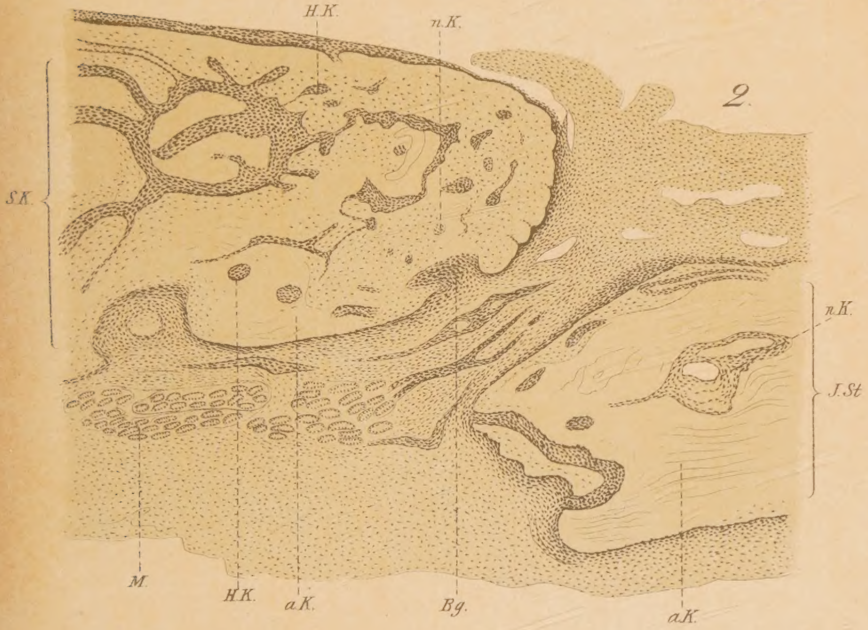
Es bedeutet:

a K	abgestorbener, nekrot. Knochen
n K	neugebildeter Knochen
P o	Periost
S K	Schädelknochen
J St	implantiertes Stück
O	Obsteoblasten
H K	Havers'sche Canäle
Pf	Paraffin
l Z	lymphoide Zellen
M	Muskel
B G	bindegewebige Verwachsung.

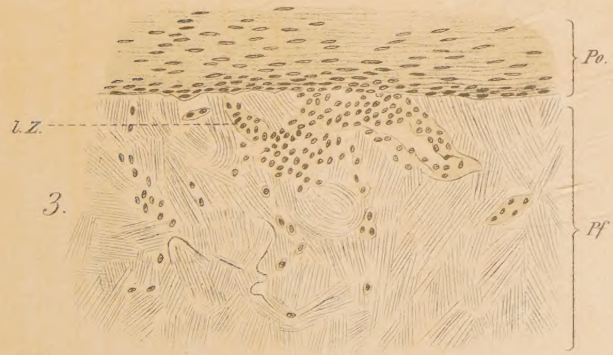
1.


a.K.
n.K.
a.K.
H.K.
Po.
J.St.
S.K.
ob.

2.


H.K.
n.K.
S.K.
n.K.
J.St
M.
H.K.
a.K.
Bg.
a.K.

3.



C. Krapf gez. u. lith.